

贵州

短期气候

预测技术

李玉柱 许炳南 主编



气象出版社

贵州短期气候预测技术

李玉柱 许炳南 主编

气象出版社

内 容 简 介

“九五”期间,我们开展以旱涝低温气候灾害为重点的短期气候预测研究,对贵州省国民经济建设,尤其是农业生产起着重要作用。

作为课题的总结,本书汇集了已完成的主要研究成果。全书共分7章48节,内容涉及贵州气候灾害的划分标准及其气候规律;旱涝低温的成因分析,旱涝低温预测信号、预测因子和预测模型;统计模型在贵州省短期气候预测业务中的应用;短期气候业务水平评估分析和预测模型效果评估检验;重大气候灾害对工农业生产影响评估和防御对策;短期气候预测业务系统共七个方面。全书数据翔实、研究方法严谨、内容丰富。

本书可供气象业务、科研、服务和政府有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

贵州短期气候预测技术/李玉柱,许炳南主编. —北京:气象出版社,2001.12

ISBN 7-5029-3294-1

I. 贵… II. ①李… ②许… III. 短期天气预报—研究—贵州省 N. P456.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 088028 号

贵州短期气候预测技术

李玉柱 许炳南 主编

责任编辑:王小甫 终审:黄润恒

封面设计:张健勇 责任技编:刘祥玉 责任校对:李 军

气象出版社出版发行

(北京市海淀区中关村南大街46号 邮编:100081)

* * *

北京市白河印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:422千字

2001年12月第一版 2001年12月第一次印刷

印数:1~600

ISBN 7-5029-3294-1/P·1163

定价:55.00元

前 言

短期气候预测是指年、季、月尺度的天气预报,或称长期天气预报。长期预报业务作为全省各级台站气象服务的一种主要手段,多年来为贵州国民经济建设,尤其是为农业生产的发展起着重要作用。“八五”期间,贵州省科委于1991年批准立项,作为全省重点科研攻关课题,由省气象局主持完成了“两旱两寒”气象灾害的规律、成因及长期天气预报课题研究,促进了贵州长期天气预报业务的发展。“九五”期间,国家科委将《我国短期气候预测业务系统的研究》列为全国重中之重的科技项目,说明了开展短期气候预测研究的重要性和迫切性。我国国民经济持续、稳定、快速地发展需要尽快提高短期气候预测水平,以满足更高质量的气象服务需求。在全国短期气候预测课题获得批准立项的前提下,为争取省级同类项目的立项创造了有利条件,贵州省科委及时地将《贵州短期气候预测系统的研究》课题列为省级重中之重的科技攻关项目,划拨了专项科研经费予以资助。从1996年正式批准立项5年来,在主持单位(省气象局)的精心组织和安排下,经过课题组全体人员的奋力协作攻关,先后完成学术论文71篇,绝大部分论文已在省级以上科技期刊正式发表或即将发表,其中在全国核心气象技术期刊发表的有12篇。课题组按要求完成了贵州短期气候预测业务系统的研制,并交付业务使用。本书作为课题的总结,汇集了所完成的主要研究成果。

近年来,贵州气象业务现代化建设取得了长足进展,气象业务工作的整体水平有了很大的提高,以天气预报为主要手段的气象服务工作已成为各级领导部门指挥、安排重大生产活动的不可缺少的重要依据,日益显示出巨大的社会效益。在当前国家实施西部大开发战略的大好形势下,贵州省必将进一步加大经济发展力度,而经济腾飞更需要高质量的气象保障。现有的气象业务水平和气象服务能力,难以满足经济发展对气象服务提出的更高要求。我们在“九五”期间开展的以研究旱涝低温气候灾害为重点的短期气候预测攻关课题,对于提高我省气候灾害监测预报能力,进而为做好防灾减灾气象服务是大有帮助的。

本书共分7章48节,涉及贵州气候灾害的划分标准及其气候规律,旱涝低温的成因分析,旱涝低温预测信号、预测因子和预测模型,统计模型在我省短期气候预测业务中的应用,短期气候业务水平评估分析和预测模型效果评估检验,重大气候灾害对工农业生产影响评估和防御对策,短期气候预测业务系统共七个方面的内容。分析数据翔实,研究方法严谨,内容丰富充实,对今后的气象业务、科研和服务工作中有十分重要的参考和指导作用。

全书素材主要来源于课题组完成的学术论文(详见附录)。李玉柱、许炳南任本书主编。主要撰稿人员有(按姓氏笔划为序):于俊伟、田英、许丹、李玉柱、吉庭艳、许炳南、刘雪梅、陈百炼、杨利群、谷晓平、陈静、武文辉、张宇发、林丽红、林易、罗文芳、赵彩、曾光善。许炳南负责完成书稿编审,此外,为加快编审进度,还约请李文彬参与部分书稿编审工作。

书中不足之处,敬请读者指正。

作 者

2001年10月

EAA15/07

目 录

前 言

第一章 气候灾害的划分标准及其变化规律	(1)
第一节 贵州气候灾害的划分标准	(1)
第二节 气温降水等气象要素的空间分布特征	(8)
第三节 气候灾害的综合分析方法	(13)
第四节 近 50 年贵州气候变化趋势分析	(18)
第五节 近 80 年贵阳气候变化趋势分析	(21)
第六节 贵阳汛期暴雨与旱涝关系的分析	(27)
第七节 历年气候灾情和灾害序列	(30)
第二章 旱涝低温的成因分析	(39)
第一节 环流海温异常与春旱灾害	(39)
第二节 环流异常与夏季旱涝灾害	(43)
第三节 海温场与夏季降水场的相关分析	(48)
第四节 环流异常与冬季凝冻灾害	(54)
第五节 季风异常与气候变化	(60)
第六节 青藏高原热力状况与旱涝低温	(70)
第七节 向外长波辐射(OLR)与夏季旱涝	(78)
第八节 地温异常与气候变化	(82)
第九节 气团分类及其与气候灾害的关系	(96)
第十节 冷(暖)冬年的异常环流特征分析	(99)
第三章 旱涝低温预测因子和预测模型	(103)
第一节 春旱预测因子和预测模型	(103)
第二节 夏季旱涝预测因子和预测模型	(107)
第三节 倒春寒预测因子和预测模型	(116)
第四节 秋绵雨预测因子和预测模型	(118)
第五节 秋风预测因子和预测模型	(121)
第六节 冬季凝冻预测因子和预测模型	(124)
第七节 汛期总降水量预测因子和预测模型	(127)
第四章 短期气候预测统计模型的应用	(130)
第一节 5 种业务化短期气候预测统计模型	(130)
第二节 带周期分量的多元回归模型作旱涝低温预测	(137)
第三节 月平均气温最优气候均态预测模型	(142)
第四节 春夏旱涝多层递阶周期分析预测模型	(143)
第五节 北半球 500hPa 旬平均环流相似预报模型	(146)

第六节	500年旱涝变化趋势小波分析预测模型	(149)
第七节	季降水量和气温序列均生函数周期延拓模型	(154)
第五章	短期气候预测效果评估	(159)
第一节	短期气候预测评分办法	(159)
第二节	几种长期天气预报方法评估检验	(160)
第三节	短期气候预测业务水平评估分析	(167)
第四节	短期气候预测模型及其集成效果评估	(176)
第六章	气候灾害的影响评估和防御对策	(187)
第一节	气候异常对农业生产影响的综合评估方法	(187)
第二节	夏旱对水稻玉米产量的影响评估模型	(191)
第三节	春(夏)季降水对水库蓄水量的影响评估模型	(197)
第四节	倒春寒对水稻烂秧的影响评估模型	(201)
第五节	秋风冷害对水稻产量的影响评估模型	(207)
第六节	冬季凝冻对输电线路的影响评估模型	(212)
第七节	夏季洪涝灾害承灾能力评估及防灾对策	(218)
第八节	贵州粮食产量农业气象年景评估模型	(222)
第九节	大气降水与水资源可持续利用	(225)
第十节	贵州主要农业自然灾害及其防御对策	(230)
第七章	气候灾害监测预警预测分析和影响评估系统	(236)
第一节	贵州气候灾害实时监测预警业务系统	(236)
第二节	贵州短期气候预测分析业务系统	(239)
第三节	贵州农业气候灾害影响评估系统简介	(250)
参考文献		(253)
附录		
	贵州省“九五”重中之重科技攻关项目——《贵州短期气候预测业务系统的研究》	
	论文目录	(255)

第一章 气候灾害的划分标准及其变化规律

本章介绍贵州旱涝低温等各种气候灾害的划分标准及其时空分布演变规律,并详细介绍各种气候灾害对我省国民经济建设所造成的灾情事实,以使读者对贵州气候灾害的多发性、危害性及对其进行监测防御的重要性有一个概括性的了解。

第一节 贵州气候灾害的划分标准

贵州是气候灾害灾种较多、灾害频繁、影响危害程度较严重的省份。我们在总结我省气象台站短期气候预测业务中已长期使用的灾害标准和有关科研成果的基础上,结合历史上各种气候灾害给国民经济建设尤其是农业生产造成的影响事实,提出了贵州春旱、夏旱、暴雨洪涝、倒春寒、秋风、秋季绵雨、冬季凝冻和低温等主要气候灾害的划分标准。另外,根据短期气候预测业务和研究的需要,还提出了寒潮、夏季高温和雨季的划分标准。在此须说明的是春旱、夏旱、倒春寒和秋风的划分标准,基本上沿用我省“八五”攻关课题研制的标准^[2],仅对倒春寒指数和秋风指数计算公式作了某些修改。

一、春旱的划分标准

(一) 春旱入旱日

每年3月份,任意连续5天的逐日降水量 $<0.5\text{mm}$,且5天累计降水量 $<2.5\text{mm}$,或4~5月份,任意连续5天的逐日降水量 $<2.0\text{mm}$,且5天累计降水量 $<5.0\text{mm}$,则把这5天的第一天,定义为春旱入旱日。

(二) 春旱时段

在符合从入旱日起连续9天的累计降水量 $<15.0\text{mm}$ 的条件下,再从入旱日起连续 ≥ 10 天的累计降水量与同期多年平均降水量的比值,3月份 <0.6 的时段,或4~5月份 <0.5 的时段,定义为春旱时段。

(三) 春旱终止日

凡在春旱时段之内,符合以下条件之一者,均定义为旱期终止日:

1. 在3月份春旱期内,累计降水量与同期多年平均降水量的比值由 <0.6 转为 ≥ 0.6 的当日,定义为春旱终止日;或旱期内任意向前滑动3天的累计降水量 $\geq 20.0\text{mm}$ 的情况下,若第一天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把紧接滑动期的前一天定为春旱终止日,若第一天降水量 $<10.0\text{mm}$,而第二天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把滑动期的第一天定为春旱终止日,若第一、二天降水量均 $<10.0\text{mm}$,则把滑动期的第二天定为春旱终止日。

2. 在4~5月份春旱期内,累计降水量与同期多年平均降水量的比值由 <0.5 转为 ≥ 0.5 的当日,定义为春旱终止日;或旱期内任意向前滑动3天的累计降水量 $\geq 30.0\text{mm}$ 的情况下,若第一天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把紧接滑动期的前一天定为春旱终止日,若第一天降水量 $<10.0\text{mm}$,而第二天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把滑动期的第一天定为春旱终止日,若第一、二天降

水量均 $<10.0\text{mm}$,则把滑动期的第二天定为春旱终止日。

(四) 春旱时段的分级标准

凡单站春旱时段持续 15~24 天,定为轻级春旱;持续 25~34 天,定为中级春旱;持续 35~44 天,定为重级春旱;持续 ≥ 45 天,定为特重级春旱。

(五) 年度春旱指数求算公式

为分析评判年度春旱强度,我们提出春旱强度指数(或简称为春旱指数,下同)的概念,它是一个综合考虑了最长春旱日数、春旱总日数和 4~5 月降水量等因素的量化值。春旱指数的求算公式为:

$$K_i = G_i + 100(1 - R_i) + 100 \times (H_i / 60) \quad (1.1.1)$$

式中 i 表示年份; K_i 表示当年春旱指数; G_i 表示当年最长一次春旱时段所占指数值,其表达式可参见(1.1.2)式; R_i 表示当年 4 月 1 日~5 月 31 日期间任意滑动 30 天的累计降水量与多年同期平均降水量的最小比值; H_i 表示当年 3~5 月春旱总日数,其分母 60 相当于特重级春旱持续日数下限值的 1.3 倍。 G_i 的表达式如下:

$$G_i = \begin{cases} 0 & D_i < 15 \\ 9 + 1.5(D_i - 9) & 15 \leq D_i < 25 \\ 24 + 2(D_i - 19) & 25 \leq D_i < 35 \\ 44 + 3(D_i - 29) & 35 \leq D_i < 45 \\ 74 + 4(D_i - 39) & D_i \geq 45 \end{cases} \quad (1.1.2)$$

式中 D_i 表示某年最长一次春旱时段持续天数。

(六) 年度区域性春旱强度等级的统计方法

以区域内各级春旱的站数频率为依据,对照表 1-1-1 给出的区域性灾害强度分级标准,按“定高不定低”的原则自高至低划定,表中某个标准中若有两个并列条件,是指两个条件必须同时具备。如其中特重级年的第 2 个标准有重级以上合计站数 $\geq 40\%$ 和特重级站数 $\geq 30\%$ 两个并列条件,则要求两者必须同时具备才能定为特重级年,其余依此类推。

表 1-1-1 区域性年度灾害强度分级标准

灾害等级	分级标准(符合所列标准之一即可)
特重	1. 特重级站数 $\geq 35\%$ 2. 重级以上合计站数 $\geq 40\%$,特重级站数 $\geq 30\%$
重	1. 重级站数 $\geq 35\%$ 2. 中级以上合计站数 $\geq 40\%$,重级以上合计站数 $\geq 30\%$ 3. 重级以上合计站数 $\geq 30\%$,特重级站数 $\geq 25\%$
中	1. 中级以上合计站数 $\geq 35\%$ 2. 轻级以上合计站数 $\geq 40\%$,中级以上合计站数 $\geq 30\%$ 3. 中级以上合计站数 $\geq 30\%$,重级以上合计站数 $\geq 25\%$
轻	1. 轻级以上合计站数 $\geq 30\%$ 2. 中级以上合计站数 $\geq 25\%$
无	轻级以上合计站数 $< 30\%$

也可用全省区域平均春旱指数的不同临界值(见表 1-1-2)确定其等级。

表 1-1-2 以气象灾害指数标准差进行分级的灾害强度分级界值

灾害等级	春旱	倒春寒	夏旱	夏季洪涝	秋风	秋绵雨	凝冻	冬季低温
特重	>197	>157	>214	>119	>112	>254	>230	>123
重	161~197	115~157	171~214	93~119	88~112	222~254	171~230	93~123
中	117~160	63~114	118~170	61~92	59~87	181~221	99~170	61~92
轻	86~116	33~62	88~117	42~60	41~58	158~180	58~98	40~60
无	<86	<33	<88	<42	<41	<158	<58	<40

注:表中数字为相应的气象灾害指数值。计算平均值的样本年代为 1952~1994 年。以样本序列的标准差 σ 为分级标准,各级标准为:特重级 $>1.25\sigma$,重级 $1.25\sim 0.51\sigma$,中级 $0.50\sim -0.40\sigma$,轻级 $-0.41\sim -0.90\sigma$,无级 $<-0.90\sigma$ 。

(七) 早春旱与晚春旱

我们把发生在每年 3 月 1~31 日的春旱,称为早春旱,把 4 月 1 日~5 月 31 日发生的春旱,称为晚春旱。

二、夏旱的划分标准

(一) 夏旱入旱日

每年 6~8 月,任意连续 5 天的逐日降水量 $<5.0\text{mm}$,且 5 天累计降水量 $<10.0\text{mm}$,则把这 5 天的第一天定为夏旱入旱日。

(二) 夏旱时段

在符合夏旱入旱日起连续 9 天累计降水量 $<30.0\text{mm}$ 的条件下,再从入旱日起连续 ≥ 15 天的累计降水量与同期多年平均降水量的比值,6~7 月份 <0.50 的时段,或 8 月份 <0.60 的时段,定为夏旱时段。

(三) 夏旱终止日

1. 在 6~7 月份夏旱期内,累计降水量与同期多年平均降水量的比值由 <0.5 转为 ≥ 0.5 的前一天,定义为夏旱终止日;或旱期内任意向前滑动 3 天的累计降水量 $\geq 50.0\text{mm}$ 的情况下,若第一天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把紧接滑动期的前一天定为夏旱终止日,若第一天降水量 $<10.0\text{mm}$,而第二天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把滑动期的第一天定为夏旱终止日,若第一、二天降水量均 $<10.0\text{mm}$,则把滑动期的第二天定为夏旱终止日。

2. 在 8 月份夏旱期内,累计降水量与同期多年平均降水量的比值由 <0.6 转为 ≥ 0.6 的前一天,定义为夏旱终止日;或旱期内任意向前滑动 3 天的累计降水量 $\geq 50.0\text{mm}$ 的情况下,若第一天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把紧接滑动期的前一天定为夏旱终止日,若第一天降水量 $<10.0\text{mm}$,而第二天降水量 $\geq 10.0\text{mm}$,则把滑动期的第一天定为夏旱终止日,若第一、二天降水量均 $<10.0\text{mm}$,则把滑动期的第二天定为夏旱终止日。

(四) 夏旱时段的分级标准

凡单站夏旱时段持续 15~24 天,定为轻级夏旱;持续 25~39 天,定为中级夏旱;持续 40~59 天,定为重级夏旱;持续 ≥ 60 天,定为特重级夏旱。上述四个等级的夏旱又习惯地分别称为小旱、中旱、大旱和特大干旱。

(五) 年度夏旱指数求算公式

夏旱指数是一个综合考虑了年最长夏旱日数、夏旱总日数和夏季降水量等多种因素的用以衡量当年夏旱轻重程度的量化值,其求算公式为:

$$K_i = G_i + 100(1 - R_i) + 100(H_i/80) \quad (1.1.3)$$

式中 i 表示年份; K_i 表示当年夏旱强度指数; R_i 表示当年 6 月 21 日~8 月 31 日期间任意滑动 30 天累计降水量相对于同期多年平均降水量的最小比值; H_i 表示 6~8 月夏旱总日数, 该项的分母 80 约等于特重级夏旱持续天数下限值的 1.3 倍; G_i 即当年最长一次夏旱时段所占指数值, 其表达式为:

$$G_i = \begin{cases} 0 & D_i < 15 \\ 14 + 1.5(D_i - 14) & 15 \leq D_i < 25 \\ 29 + 2(D_i - 24) & 25 \leq D_i < 40 \\ 59 + 3(D_i - 39) & 40 \leq D_i < 60 \\ 119 + 4(D_i - 59) & D_i \geq 60 \end{cases} \quad (1.1.4)$$

式中 D_i 表示当年最长一次夏旱时段持续天数。

(六) 年度区域性夏旱强度等级的统计方法

以区域内各级夏旱的站数频率为依据, 对照表 1-1-1 区域性灾害强度分级标准, 按“定高不定低”的原则自高至低划定, 表中某些标准有两个并列条件, 是指两个条件必须同时具备。

也可依据表 1-1-2 用全省平均夏旱指数的不同临界值确定区域年度夏旱等级。

(七) 洗手干和伏旱

我们把每年发生在 6 月 1~30 日的干旱, 称为初夏旱, 或俗称洗手干; 把发生在 7 月 1 日~8 月 31 日的干旱, 称为盛夏旱或称伏旱。

三、倒春寒过程的划分标准

(一) 倒春寒过程

每年 3 月 21 日~4 月 30 日, 凡出现日平均气温 $\leq 10.0^\circ\text{C}$, 并持续 ≥ 3 天的时段(其中第 4 天开始, 允许有间隔一天的日均温 $\leq 10.5^\circ\text{C}$), 定为倒春寒天气过程。

(二) 倒春寒过程的分级标准

凡单站倒春寒天气过程, 其持续时间为 3~4 天, 称为轻级倒春寒过程; 持续时间为 5~6 天, 称为中级倒春寒过程; 持续时间 7~9 天为重级倒春寒过程; 持续 ≥ 10 天为特重级倒春寒过程。

(三) 年度倒春寒指数求算公式

单站年度倒春寒指数的求算公式为:

$$K_i = N_i/10 - T_i/10 + H_i/20 \quad (1.1.5)$$

式中 i 表示年份; K_i 表示当年倒春寒指数; N_i 表示当年最长倒春寒过程的持续天数, 该项分母 10 系取特重级倒春寒过程持续天数标准的下限值, 若 $N_i > 15$, 则只取值为 15; T_i 表示当年 3 月 21 日~4 月 20 日任意滑动 10 天平均气温距平的最低值, 单位为 $^\circ\text{C}$; H_i 表示当年倒春寒总日数, 分母 20 系取特重级倒春寒持续天数标准下限值的两倍, 若 $H_i > 20$, 则令 $H_i = 20$ 。

为使用方便, 用 100 乘以 (1.1.5) 式右边各项之和后取整数表示倒春寒指数值。

(四) 年度区域性倒春寒强度等级的统计方法

以区域内各级倒春寒的站数频率为依据, 对照表 1-1-1 区域性灾害强度分级标准, 按“定高不定低”的原则自高至低划定, 表中某些标准有两个并列条件, 是指两个条件必须同时具备。

也可依据表 1-1-2 用全省平均倒春寒指数的不同临界值确定区域年度倒春寒等级。

四、秋风过程的划分标准

(一) 秋风过程

每年8月1日~9月10日,凡出现日平均气温 $\leq 20.0^{\circ}\text{C}$ (西北部地区海拔1500m的测站,日平均气温 $\leq 18.0^{\circ}\text{C}$),并持续2天或以上的时段(从第3天起,允许有间隔一天的日平均气温 $\leq 20.5^{\circ}\text{C}$,海拔1500m以上的测站,允许有间隔一天的日均温 $\leq 18.5^{\circ}\text{C}$),定为秋风天气过程。

(二) 秋风过程的分级标准

凡符合上述标准的秋风天气过程,持续2~3天定为轻级秋风;持续4~5天定为中级秋风;持续6~8天定为重级秋风;持续 ≥ 9 天,定为特重级秋风。

(三) 年度秋风指数求算公式

单站年度秋风指数的求算公式为:

$$K_i = N_i/9 - T_i/10 + H_i/18 \quad (1.1.6)$$

式中*i*表示年份; K_i 表示当年秋风指数; N_i 表示当年最长一次秋风过程的持续天数,分母9系取特重级秋风过程日数的下限值,若 $N_i > 12$,则仍令 $N_i = 12$; T_i 表示当年8月11日~9月10日期间内,任意滑动10天的平均气温距平的最低值,单位为 $^{\circ}\text{C}$; H_i 表示当年秋风总日数,分母18相当于特重级秋风过程日数标准下限值的两倍,若 $H_i > 18$,仍令 $H_i = 18$ 。

为使用方便,用100乘以(1.1.6)式右边各项之和后取整数表示秋风指数值。

(四) 年度区域性秋风强度等级的统计方法

以区域内各级秋风的站数频率为依据,对照表1-1-1区域性灾害强度分级标准,按“定高不定低”的原则自高至低划定,表中某些标准若有两个并列条件,是指两个条件必须同时具备。

也可依据表1-1-2用全省平均秋风指数的不同临界值确定区域年度秋风等级。

五、秋季绵雨的划分标准

(一) 秋季绵雨

在每年9月1日~11月30日期间内,凡出现日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 、持续时间达5天或以上的时段(其中从第6天起,允许有间隔1天无降水量),定为秋季绵雨过程,或简称为秋绵雨。

(二) 秋季绵雨的分级标准

凡单站秋绵雨过程持续5~10天者,称为轻级秋绵雨;持续11~15天者,称为中级秋绵雨;持续16~20天者,称为重级秋绵雨;持续 > 20 天者,称为特重级秋绵雨。

(三) 年度秋绵雨指数求算公式

$$K_i = N_i/13 + R_i/30 + H_i/24 \quad (1.1.7)$$

式中*i*表示年份; K_i 表示当年秋绵雨指数; N_i 表示当年最长一次秋绵雨过程的持续天数,分母13相当于重级秋绵雨过程日数的中间值,当 $N_i \geq 20$ 时,仍取值为20; R_i 表示9~11月的逐日降水量 $\geq 1.0\text{mm}$ 的累计日数; H_i 表示当年各次秋绵雨过程的累计总日数,分母24相当于特重级秋绵雨过程日数的1.5倍,当 $H_i \geq 24$ 时,仍取值为24。

(四) 区域性年度秋绵雨强度等级的统计方法

以区域内各级秋绵雨的站数频率为依据,对照表1-1-1列出的区域性灾害强度分级标准,按“定高不定低”的原则自高至低划定,表中某些标准若有两个并列条件,是指两个条件必须同时具备。

也可依据表 1-1-2 用全省平均秋绵雨指数的不同临界值确定区域年度秋绵雨等级。

六、冬季凝冻过程和低温强度等级的划分标准

(一) 冬季凝冻过程

在每年 12 月 1 日~次年 2 月 28 日期间内,凡日平均气温 $\leq 1.0^{\circ}\text{C}$ 、日最低气温 $\leq 0.0^{\circ}\text{C}$ 以及日降水量 $\geq 0.0\text{mm}$ 三者同日出现,持续 ≥ 3 天(其中第 4 天起允许间隔一天的日最低气温为 $0.1\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 或无雨)且至少有一天出现凝冻天气现象的时段,定为一次冬季凝冻天气过程。

(二) 冬季凝冻过程的分级标准

凡冬季凝冻过程持续 2~3 天者,称为轻级凝冻;持续 4~5 天者,称为中级凝冻;持续 6~9 天者,称为重级凝冻;持续天数 ≥ 10 天者,称为特重级凝冻。

(三) 年度冬季凝冻指数求算公式

$$K_i = N_i/9 - T_i/10 + H_i/18 \quad (1.1.8)$$

式中 i 表示年份; K_i 表示当年冬季凝冻指数; N_i 表示当年最长一次冬季凝冻过程的持续天数,分母 9 相当于特重级冬季凝冻过程日数标准的下限值,若 $N_i \geq 14$,则令 $N_i = 14$; T_i 表示当年 12 月 26 日~次年 2 月 15 日期间内,任意滑动 15 天的平均气温距平的最低值,单位为 $^{\circ}\text{C}$; H_i 表示当年各次冬季凝冻过程的总日数,分母相当于特重级冬季凝冻过程日数标准下限值的两倍,若 $H_i \geq 18$ 时,则令 $H_i = 18$ 。

为使用方便,用 100 乘以(1.1.8)式右边各项之和后取整数表示冬季凝冻指数值。

(四) 年度区域性冬季凝冻过程强度等级的统计方法

以区域内各级冬季凝冻的站数频率为依据,对照表 1-1-1 列出的区域性灾害强度分级标准,按“定高不定低”的原则自高至低划定,表中某些标准有两个并列条件,是指两个条件必须同时具备。

也可依据表 1-1-2 用全省平均凝冻指数的不同临界值确定区域年度凝冻等级。

(五) 冬季低温指数

冬季低温指数与凝冻指数略有不同,前者只考虑低温而不考虑降水,后者则必须要求低温与降水同时出现。冬季低温指数作为冬季凝冻的一个补充指标,其求算公式为:

$$K_i = -T_i - TT_i - TTT_i \quad (1.1.9)$$

式中 i 表示年份; K_i 表示当年冬季低温强度指数; T_i 表示当年冬季(12~2 月)最低旬平均气温的距平值(单位为 0.1°C ,下同); TT_i 表示当年冬季(12~2 月)内任意相邻 2 旬平均气温的最低值距平; TTT_i 表示当年冬季(12~2 月)内任意相邻 3 旬平均气温的最低值距平。

若(1.1.9)式的 K_i 值即冬季低温强度指数值偏高,表示当年冬季偏冷,反之,当年冬季低温强度指数偏低,表示当年冬季偏暖。可依据表 1-1-2 列出的冬季低温指数的不同临界值确定冬季低温强度等级。

七、暴雨的划分标准

暴雨洪涝是对我省国计民生造成严重危害的主要气候灾害之一。在一次暴雨过程中,如果主要降水量的降水时间集中,即雨强较大,就较易引发局地洪涝灾害,如果暴雨区的范围较大或暴雨持续时间较长,则更易引发严重的洪涝灾害。根据具体分析研究的需要,既可采用每年 5~10 月总降水量是否出现特多作为判断发生洪涝灾害的标准,也可采用发生大范围暴雨或

持续性暴雨作为判断标准,为此,将有关暴雨的定量标准规定如下:

(一) 单站暴雨

按气象常规标准确定暴雨等级,即 24 小时内,降水量 50.0~99.9mm,称为暴雨,100.0~199.9mm 称为大暴雨, ≥ 200.0 mm 称为特大暴雨。

(二) 区域暴雨过程

在一次区域重大降水过程中,全省 84 个站有 3~9 站的降水量达到暴雨标准,称为一般性区域暴雨过程。若同一天有 ≥ 10 个站的降水量达暴雨标准,则称为重大区域性暴雨过程。在重大区域性暴雨过程中,若有 ≥ 3 个站的降水量达到大暴雨或特大暴雨标准,则相应地称为区域大暴雨过程或区域特大暴雨过程。

(三) 连续性暴雨过程

在一次单站暴雨过程中,若连续 ≥ 2 天达到暴雨、大暴雨或特大暴雨标准,则相应地称为单站连续性暴雨、大暴雨或特大暴雨过程。在一次连续性区域暴雨过程中,若连续 ≥ 2 天达到区域暴雨、大暴雨或特大暴雨标准,则相应地称为连续性区域暴雨、大暴雨或特大暴雨过程。

(四) 年度夏季洪涝指数求算公式

每年 5~10 月是贵州暴雨的主要发生季节,其中以夏季 6~8 月的暴雨发生次数最多,强度最大,并最易造成洪涝灾害。为此,定义夏季洪涝指数,以反映当年夏季洪涝天气的严重程度。其求算公式为:

$$K_i = 0.25R_i + 0.35RR_i + 0.40RRR_i \quad (1.1.10)$$

式中 i 表示年份; K_i 表示当年夏季洪涝指数; R_i 表示当年 6~8 月最多降水量旬的降水量距平百分率; RR_i 表示当年 6~8 月内任意相邻 2 旬最多降水量的距平百分率; RRR_i 表示当年 6~8 月内任意相邻 3 旬最多降水量的距平百分率。

(1.1.10)式的 K_i 值即夏季洪涝指数值越大,表示当年夏季洪涝强度越重,反之,当年洪涝强度越轻。可依据表 1-1-2 用列出的夏季洪涝指数的不同临界值确定当年夏季洪涝强度等级。

八、夏季高温天气过程的划分标准

在某些年份的夏季,我省有些地区发生持续性高温天气,它能使处于成熟期的水稻和其他农作物造成危害而导致作物减产,还给人们的工作和生活带来不便。作为贵州气候灾害的高温天气过程,现定义如下:

每年 5~8 月份,凡日最高气温 $\geq 35.0^\circ\text{C}$ 的当日定为高温日,把高温日持续 3 天或以上的时段,称为高温天气过程。

九、雨季的划分标准

(一) 雨季开始期

每年从 3 月 1 日起,某站任意滑动 5 天总降水量多于该站多年平均旬降水量(年降水量除以 36),而且从 5 天滑动期的第一天起算连续 30 天的累计降水量多于同期多年平均降水量,或多于该站多年平均月降水量(指年降水量除以 12),则把这滑动 5 天中的最大降水日或日降水量 $\geq 20\text{mm}$ 的当日,称为雨季开始期。

(二) 雨季结束期

每年从 10 月 1 日起,某站任意滑动 5 天总降水量少于该站多年平均旬降水量(指年降水

量除以 36), 而且从 5 天滑动期的第一天起算连续 30 天的累计降水量少于同期多年平均降水量, 或少于该站多年平均月降水量, 则把这滑动 5 天第一天, 称为雨季结束期。

十、寒潮过程的划分标准

按中国气象局制定的全国统一标准确定, 即在一次降温过程中, 日平均气温 24 小时内下降 10°C 以上或 48 小时内下降 12°C 以上, 同时最低气温降至 5°C 以下, 称为寒潮过程。

第二节 气温降水等气象要素的空间分布特征

贵州是一个山区省份, 各地地形、地貌差别大, 地势高差悬殊, 东西拔海高度相差达 1500m 以上, 各地气候存在着显著差异。一个地区热量、降水、空气中水分的多寡及其变化状况对该地区栽培的作物种类, 作物生长发育状况及该地区的耕作制度与农事活动有极其重要的影响。分析研究各气象要素的时空变化特征就显得非常必要。我省气象工作者就贵州各气象要素的时空分布特点研究作了大量的工作。本文在此基础上用 EOF 分析方法对贵州各气象要素年、季、月的空间结构及变化规律作进一步分析。

一、资料与方法

以贵州 15 个长记录代表站月、季、年气温、降水及湿度资料为分析对象。15 个代表站是: 贵阳、遵义、桐梓、湄潭、思南、镇远、铜仁、榕江、独山、罗甸、安顺、兴仁、盘县、威宁、毕节。资料年代为 1951~1995 年, 3 种气象要素共 51 个分析对象。在计算中, 首先把单站资料换算为距平值, 然后以各要素距平场为实对称矩阵分别进行 EOF 分析, 计算各要素对象的特征值、特征向量及主分量。EOF 分析方法原理如下:

设分析对象是一个包含 p 个空间点的距平观测值, 抽取容量为 n 的样本, 把 p 个空间点的距平观测值排列成如下矩阵形式:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{p1} & x_{p2} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix} \quad \text{其中: } 1/n \sum_{i=1}^n x_{ki} = 0$$

在场中任一空间点 i 和任一时间点 j 的距平观测值 x_{ij} 能分解为空间函数与时间函数的线性组合, 表示为:

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^p v_{ik} y_{kj} = v_{i1} y_{1j} + v_{i2} y_{2j} + \cdots + v_{ip} y_{pj}$$

式中 v_{ik} 称为空间函数, y_{kj} 称为时间函数。写成矩阵形式为: $X = VY$

$$\text{记 } S = XX' \quad \Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \lambda_p \end{bmatrix} \quad \text{则有 } V'SV = \Lambda$$

V, Λ 分别为 S 阵的特征向量组成的正交阵和特征值组成的对角阵。

可知, 所谓空间函数部分是指由 S 阵的特征向量组成的正交阵, 时间函数部分是指 $YY' =$

Λ 的那些矩阵 Y 。 Y 可由下式求得：

$$Y = V'X$$

二、气温的空间变化特征

通过对贵州年平均气温距平资料进行 EOF 分析后,得到的特征向量,第一个主分量方差贡献率为 78%(见表 1-2-1),前两个主分量的累积方差贡献率为 88%。第一特征向量(见图 1-2-1(a))描绘出贵州全年气温的整体空间分布。全省表现为一致的偏高(或偏低)型,其值变化自西向东逐渐减小,高值区在毕节地区西部、六盘水市及安顺地区。第二特征向量(见图 1-2-1(b))给出了贵州年平均气温的西南、东北部反相变化的特点,即贵州年平均气温具有西南部偏高(低),东北部偏低(高)的气候特点。正距平高值区在毕节地区西部、六盘水市南部及黔东南自治州,负距平高值区在铜仁地区及黔东南自治州北部。

表 1-2-1 温度第一特征向量对总方差的贡献率 (单位:%)

全年	季 度				分 月											
	春	夏	秋	冬	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78	83	81	80	89	85	88	85	86	84	83	80	86	87	87	88	89

各季气温第一特征向量(图见 1-2-1(c)、(d)、(e)、(f))反映了贵州各季气温变化具有一致性的特点,但各季变化高值中心均不相同。冬、春两季高值区在省的东南部,其值自西南向东北减小,冬季高值区范围小于春季;夏季高值区在省的东北部地区,其值自北向南减小;秋季各地气温变化相差不大,西南部变化略大于东北部。第二特征向量:春、秋两季反映出西南部偏高(低),东北部偏低(高)的气候特点;夏季则呈现南高(低),北低(高)的反相变化特征。

各月气温第一特征向量(图略)的方差贡献均达 80%以上,已基本浓缩了各月气温场的大部分信息。各月气温第一特征向量均表明各月气温变化具有较好的一致性,即贵州各月气温受大尺度气候异常影响是主要的。但各月高值区均不同。1、3 月高值区在西南部,6、8 月在北部,7 月在东北部,其余各月各地气温变化相差不大,其中:2、12 月贵阳、安顺附近略高于其余各地;4 月西北部略高;5、9 月北部略高;10、11 月西部略高。

三、降水的空间变化特征

对贵州各月、季、年降水距平进行 EOF 分析后,发现各月降水的收敛要比同期气温的收敛慢得多,5、6 月降水的收敛比其他月慢。这大概是因为引起降水特别是 5、6 月降水的天气影响系统较为复杂的缘故。

表 1-2-2 降水量前三个主分量对总方差的贡献率 (单位:%)

特征向量分量	全年	季 度				分 月											
		春	夏	秋	冬	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	42	44	51	50	64	62	66	48	49	42	38	55	47	43	55	75	71
2	15	14	12	18	11	12	9	20	17	11	18	12	12	15	16	8	9
3	11	9	9	8	8	9	7	9	8	11	13	7	11	11	9	6	7
合计	68	67	72	76	83	83	82	77	74	64	69	74	70	69	80	89	87

年降水的第一特征向量(图 1-2-2(a))表明全省降水具有变化一致的特点,其高值区分别

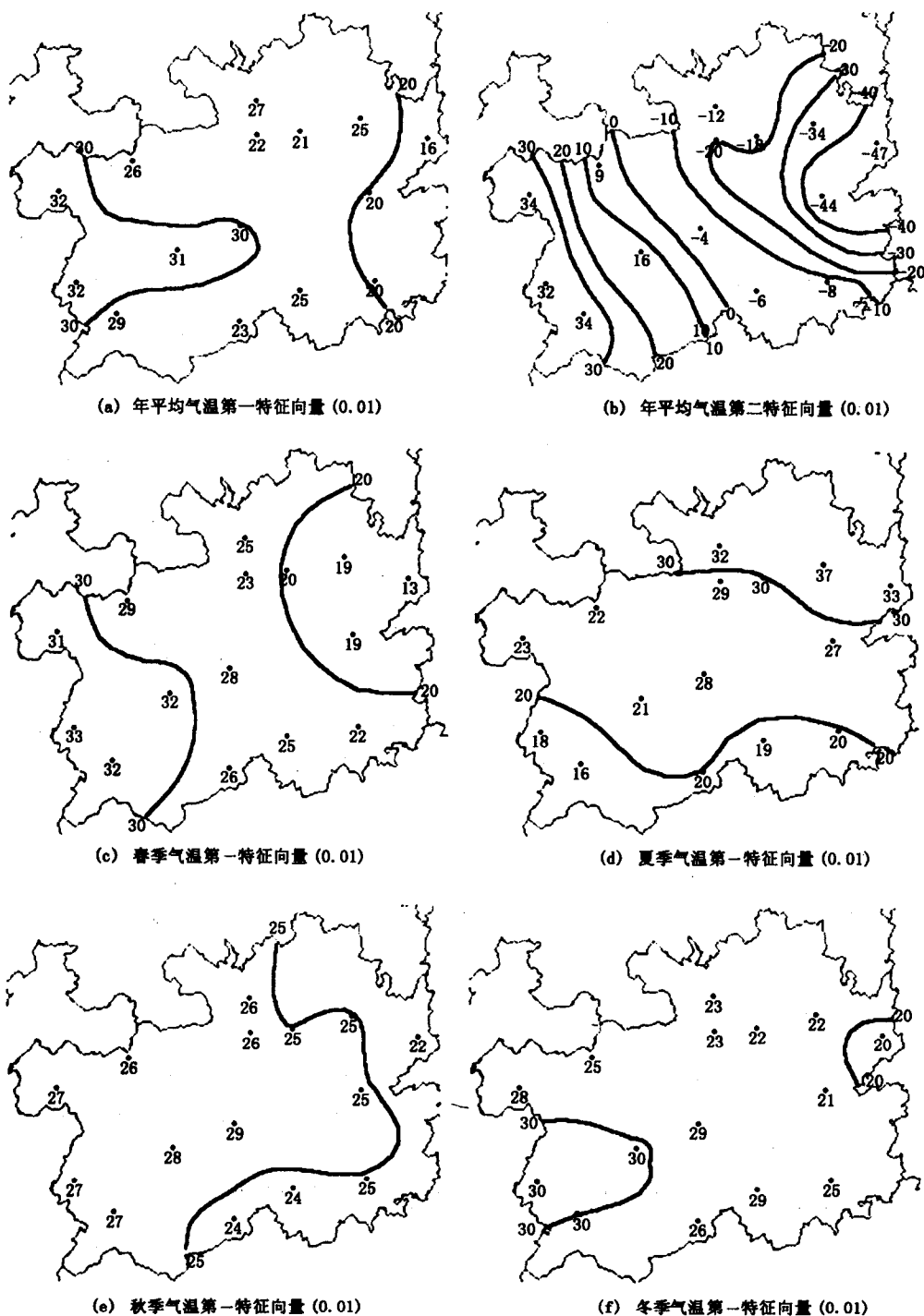


图 1-2-1 气温的特征向量

在省的西南部及铜仁地区西部,其方差占总体方差的 42%(见表 1-2-2);第二特征向量(见图 1-2-2(b))反映了全省降水的南北差异,即东北多(少),西南少(多)型,其方差占总方差的 15%。

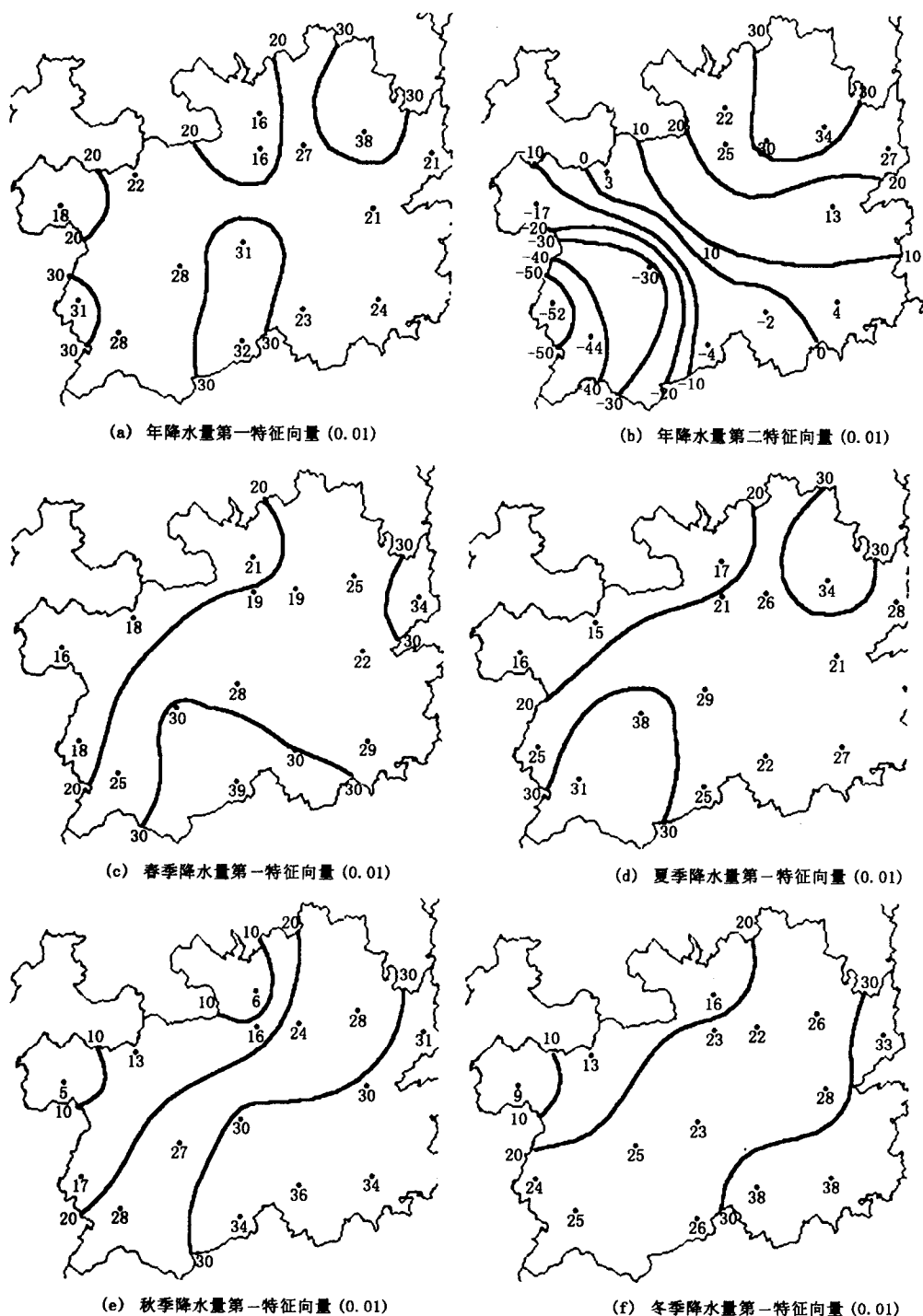


图 1-2-2 降水量的特征向量

第三特征向量反映了贵州降水东南部多(少),西南部少(多)的气候特点,其方差贡献率为 11%。

各季降水第一特征向量(见表 1-2-2)的方差贡献率为 44%~64%。各季(见图 1-2-2(c)、